

# スチームコンベクションオーブンをを用いた 再加熱における湿度と風力の影響

The Effects of Humidity and Wind Force on Reheating using a Steam Convection Oven

食物学科 水野 智春 北村 環 中根 礼依子 松月 弘恵  
Dept. of Food and Nutrition Chiharu Mizuno Tamaki Kitamura Reiko Nakane Hiroe Matsuzuki

**抄 録** 近年、大量調理施設ではレディフードシステムの導入が増加し、その調理方式の一つにニュークックチルシステムがある。小規模施設での再加熱にはスチームコンベクションオーブン (Steam Convection Oven, 以下 SCO) を用いる場合もある。本研究は、SCO を使用し、料理を皿に盛り付けて再加熱する場合の湿度・風力の違いが中心温度の上昇、および品質に及ぼす影響を検討した。その結果、湿度・風力を高めることが食器表面温度の上昇を早め、加熱時間を短縮し、中心温度の上昇を早めた。さらに、中心温度が 75℃に到達した時点でホテルパンを庫外に取り出した場合も、食器の追加熱の影響により中心温度の上昇が続いた。加熱時間の短縮により試料の品質への影響が少なく、再加熱において湿度と風力を強めることの有効性が示された。

**キーワード**：スチームコンベクションオーブン、再加熱、中心温度、湿度、風力

**Abstract** In recent years, the introduction of ready-food systems has increased in large cooking facilities, and one of these cooking methods is the new-cook-chill system. In some small facilities, a steam convection oven (SCO) is used for reheating. This study examined the effects of humidity and wind force on the rise in core temperature and quality when reheating food in a plate using a SCO. The results showed that increasing the humidity and wind force accelerated the rise of the dish surface temperature, shortened the heating time, and accelerated the rise of the core temperature. Furthermore, when the top plate was removed from the oven when the core temperature reached 75℃, the core temperature continued to rise due to the additional heat of the dish. The short heating time had little effect on the quality of the samples, indicating the effectiveness of increasing humidity and wind force during reheating.

**Keywords:** Steam convection oven, Reheat, Core temperature, Humidity, Wind force

## 1. はじめに

現在、日本の総人口は令和3年10月現在で1億2,550万人であり、中でも65歳以上の人口は3,621万人と総人口の28.9%となり、高齢化率は年々上昇し続けている<sup>1)</sup>。また、高齢者の栄養管理は壮年者と比較し、栄養障害につながるため<sup>2)</sup>、病院や高齢者施設での栄養管理のニーズは高まっており、介護報酬や診療報酬の改訂により栄養マネジメント強化加算や入院栄養加算など新たな加算が導入された<sup>3, 4)</sup>。

一方、生産年齢人口は1995年をピークに減少しており、労働力不足が一層深刻化している。そのため、今後も入院患者が増加する病院や介護施設の給食施設では、365日3食の食事を作らなければならないことから働き手の不足が懸念されている。そこで、近年大規模給食施設ではレディフードシステムの導入が進んでおり、作業の効率化や労働生産性の向上が期待されている<sup>5)</sup>。

レディフードシステムの調理方法には、クックチルのほかに、クックサーブ、クックフリーズ、真空

調理などがある<sup>6)</sup>。その中でも、クックチルは、通常の方法で加熱調理したものを3℃以下に冷却し、細菌の増殖を抑制する0~3℃で保存し、必要に応じて再加熱後、盛り付けて提供するシステムである<sup>7)</sup>。さらに、労働時間の平準化と合理化が利点としてあげられており<sup>8)</sup>、従来のクックサーブとクックチルシステムの併用により、作業の効率化に期待ができる。また病院等の大規模給食施設では、ニュークックチルシステムの導入が増加している。ニュークックチルシステムとは、加熱調理後に急速冷却した料理を食器に盛り付けた後チルド保管し、その後再加熱機能を持ったカートにセットし、供食時刻に合わせて再加熱を行い提供する方法である。クックチルシステムとニュークックチルシステムは盛り付けのタイミングが異なるが<sup>6)</sup>、再加熱をする点は同じである。しかし、再加熱カートは、小規模施設にとってイニシャルコストが高いため、導入が不可能な施設も多く、スチームコンベクションオープン (Steam Convection Oven, 以下 SCO と略す) で再加熱を行う場合もある。

先行研究では、ハンバーグの焼成に関する研究として、南雲らは試料中心温度の上昇は降下する温度の付近まで続いたと追加加熱の影響を報告している<sup>9)</sup>。この結果をニュークックチルシステムで考えると、ホテルパンではなく食器が余熱に影響しているのではないかと推測する。また、今野らの鶏肉の味噌漬け焼きを試料としたクックチルシステムにおける再加熱条件に関する研究では、SCO コンビモード150℃が最適な加熱条件であると報告している<sup>10)</sup>。しかしながら、SCO を用いたニュークックチルシステムにおける再加熱条件と余熱の影響については未だ検証されていない。よって、本研究ではSCO を用いてニュークックチルシステムを行う際に、湿度と風力が、食器表面温度や試料中心温度にどのような影響を及ぼすかについて検討した。

## 2. 方法

### 2-1. 実験期間・場所

実験は2022年7月から11月に本学給食経営管理実習室で実施した。実験環境を一定にするために空調を用いて室温が25℃以下になるように調整した。

### 2-2. 試料調整

試料は冷凍状態で入荷した未加熱の「ハンバーグ

90g」((株)中央食品)を用い、解凍後1ホテルパンに試料を5個並べSCO((株)Fujimak, SCO 61)を用いて一次加熱を行った。試料10個を用いた予備実験より中心温度が75℃に到達する回帰式を求め、加熱温度は170℃, 200℃, および230℃で、その他の設定はコンビモード, 湿度60%, 風力5(5段階中)とした。加熱時間は、170℃, 200℃および230℃でそれぞれ10分50秒, 9分00秒, 7分40秒とした。加熱終了後、10分間室温で放置した後、-20℃に設定したブラストチラー((株)Fujimak, FRBCT6(F))で中心温度が5℃以下になるまで冷却した。試料は5個ずつ真空袋(クロリン化成(株), シグマチューブGT-2030)に入れ、真空包装機(東静電気株式会社, V-280A)で、真空度98%, シール4.3秒で真空包装後、冷蔵庫((株)サンヨー, SRF-F681AL)に保存した。

### 2-3. 試料の解凍方法,及び再加熱

真空状態で冷凍保管された試料を、実験の2~3日前から3℃に設定した冷蔵庫内((株)Fujimak, FRT1275KP)で熱電対を挿入できる軟らかさになるまで解凍した。実験当日は、再加熱用食器(国際化工(株), S81BFWK, 外形寸法134mm×178mm, 深さ31mm)に試料をのせ、ステンレス製ホテルパン1/1((株)スギコ産業, SH-1901-SA1974, 外形寸法530mm×325mm, 板厚0.8mm, 容量3.5L)に蓋を閉めた状態で5皿配置した。

再加熱用食器の蓋に貼ったテープの上から熱電対を挿し、試料中心部(上から5mm)まで熱電対を挿入してから食器の蓋を閉めた後、ブラストチラーで再加熱前に全ての試料の中心温度が5℃以下になるまで冷却した。冷却後、SCOの上から4段目に投入し、加熱を開始した。5個の試料のうち最も温度の上昇が遅い試料の中心温度が75℃に到達した時点でホテルパンを取り出し、ステンレス製の作業台に室温で10分間放置した。この実験を3回行った。実験条件は以下の2つである。

#### 実験1: 湿度による違いの比較

再加熱条件: コンビモード, 温度140℃, 風力2, 湿度0%・50%・100%

#### 実験2: 風力による違いの比較

再加熱条件: コンビモード, 温度140℃, 湿度50%, 風力2・風力3(5段階中)

## 2-4. 温度測定

測定項目は、庫内温度、食器表面温度、及び試料中心温度である。庫内温度と試料中心温度の測定には針式熱電対（(株)安立計器、SE6134）を用い、インターバルは 10 秒間隔でサーモロガー（(株)安立計器、AM-8010E）にデータを蓄積した。庫内温度は SCO の上から 1 段目のホテルパン裏面の中央部に針式熱電対を折り曲げて垂らし、ホテルパンから下 30mm の温度を測定できるように貼り付けた。熱電対は、アルミテープ（(株)ニトムズ、J3230、0.1mm×50mm）を用いて 6 カ所固定した。

食器表面温度の測定には、テープ形温度センサー（(株)安立計器、ST-23E-080-TS1-ANP）を使用し、インターバル 10 秒間隔でサーモロガーにデータを蓄積した。テープ形温度センサーは、アルミテープを用いて配置した食器の蓋に固定した（図 1）。その際、SCO 内の風が強く当たることによってテープ形温度センサーが外れてしまうことを考慮し、風が強く当たらないファンの反対部分に固定した。



図 1. 食器表面温度の測定方法

試料中心温度の測定は、熱電対を試料の中心部（上から約 5mm）に到達するように挿入した。その際、SCO 内の風によって熱電対が動かないよう、アルミテープを用いて熱電対を蓋とホテルパンに固定した（図 2）。

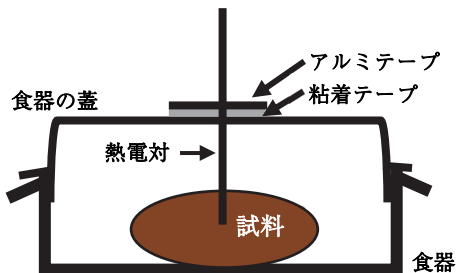


図 2. 試料中心温度の測定方法

## 2-5. 品質測定

### ① 外観（目視）

加熱前後の外観の評価は、SCO 扉側に配置した 2 つ試料を用いた。試料の撮影はスマートフォン（iPhone SE, iPhone XR）を用いて試料の真上 10cm より行った。加熱前は再加熱開始前に、加熱後は室温放置 10 分後に撮影した。

### ② サイズ、重量、水分含有量

試料のサイズは各群 15 個のサンプルの加熱前後の短径、長径、および厚さをノギス（シンワ測定（株）、19899、M 型 150mm）を用いて測定し、重量は秤（株式会社タニタ、KD-192）で 0.1g 単位まで計量した。サイズと重量はいずれも加熱前は再加熱開始前に、加熱後は室温放置 10 分後に測定した。水分含有量は、ホテルパン中央に配置した各群それぞれ 3 個の試料を測定した。1 つの試料につき約 2g を専用アルミ皿（(株)メトラートレド、13865）に精秤し、皿全体に試料を広げ、ハロゲン水分計（(株)メトラートレド、HE53）を用い、測定した。水分計は 150℃ オートモードに設定し、測定時間は 40 分であった。なお、それぞれの加熱前後の変化率（%）を（再加熱前の値 - 再加熱後の値） / （再加熱前の値） × 100 で求めた。

### ③ テクスチャー解析

各群 5 個の試料をクリープメーター（(株)山電、RE2-3305C）、くさび型のプランジャー（(株)山電、30mmP-49）、及びテクスチャー解析ソフト Windows Ver.2.4（(株)山電）を用いて測定した。加熱終了直後の試料の中心部を 30mm×30mm で切り出し、加熱時の上面より、ロードセル 20N、格納ピッチ 0.08sec、歪率 80.00%、速度 0.5mm/sec、戻り距離 8.0mm、接触面積 900.0mm<sup>2</sup>で圧縮した。測定項目は、かたさ、もろさ、凝集性、付着性である。

## 2-6. 統計解析

湿度 0%、50%、100% の 3 群間に対し一元配置の分散分析、及びその後の検定として Bonferroni 法による多重比較を行い、風力 2 と 3 の 2 群間は、独立した t 検定による比較を行った。解析には IBM SPSS Statistics Ver.21（日本アイ・ビー・エム株式会社）を用い、有意水準は 5%未満とした。

### 3. 結果

#### 3-1. 実験1：湿度の違いによる比較

実験開始時の室温は  $28.0 \pm 1.9^\circ\text{C}$ ，湿度は  $51 \pm 7.8\%$  であり，実験終了時はそれぞれ  $24.2 \pm 1.9^\circ\text{C}$ ， $51 \pm 11.9\%$  ( $n=7$ ) だった。

① 取り出し時間，庫内温度，食器表面温度，試料中心温度及び  $75^\circ\text{C}$  到達・維持時間 (表1)

取り出し時間は，湿度が高いほど取り出し時間は早かった ( $p < 0.001$ )。庫内温度は3群間に差があり ( $p < 0.001$ )，湿度50%では他の2群より高かった ( $p < 0.05$ )。また食器表面温度は，湿度が高く，取り出し時間が早いほど食器表面温度が低値を示した ( $p < 0.001$ )。取り出し10分後温度， $75^\circ\text{C}$  到達時間，取り出し後最高温度到達時間は3群間に差があり ( $p < 0.001$ )，湿度0%では他の2群より取り出し10分後温度が高く ( $p < 0.05$ )， $75^\circ\text{C}$  到達時間，取り出し後最高温度到達時間は長かった ( $p < 0.05$ )。

② 庫内温度，食器表面温度，試料中心温度の推移 (図3)

庫内温度はいずれも加熱開始後，2.2~3.7分で設定温度である  $140^\circ\text{C}$  付近まで上昇し，その後のSCOのサーモスタット機能により一定温度を保った。食器表面温度は加湿した50%，100%は0%に比べて温

度上昇が速いものの，加熱開始から5分後で上昇速度が緩やかになった。試料中心温度はホテルパン取り出し後も温度上昇が続いており，いずれの湿度においても試料の中心温度の上昇は降下する食器表面温度の上昇との交点付近まで続いた。

③ 試料の品質 (表2)

食器内の水分と油分の流出は見られず，外観の変化に差はなかった。縦の変化率では，湿度100%の方が50%よりも低値であった ( $p < 0.05$ )。重量変化率は，湿度が高いほど重量変化率は小さかった ( $p < 0.001$ )。テクスチャー測定は，凝集性では0%と100%の2群間で差が見られ，加湿により高値を示した ( $p < 0.05$ )。

#### 3-2. 実験2：風力の違いによる比較

実験開始時の室温は  $25.6 \pm 3.12^\circ\text{C}$ ，湿度は  $50 \pm 7.44\%$  であり，実験終了時はそれぞれ， $23.6 \pm 1.46^\circ\text{C}$ ， $46 \pm 4.86\%$  ( $n=4$ ) であった。

① 取り出し時間，庫内温度，食器表面温度，試料中心温度および  $75^\circ\text{C}$  到達・維持時間 (表3.)

取り出し時間は，風力が強いほど早く ( $p < 0.001$ )，さらに庫内温度も風力が強いほど高値であったが，その差は  $1^\circ\text{C}$  未満であった ( $p < 0.001$ )。風力3は風力2に比べ，試料中心温度の  $75^\circ\text{C}$  到達時

表1. 実験1：取り出し時間，庫内温度，食器表面温度，試料中心温度及び  $75^\circ\text{C}$  到達・維持時間

湿度	0%			50%			100%			$p^1)$	
	n	mean	s.d.	n	mean	s.d.	n	mean	s.d.		
取り出し時間 <sup>2)</sup>	分	3	40.3 <sup>a</sup>	1.21	3	32.1 <sup>b</sup>	1.06	3	29.2 <sup>c</sup>	1.23	<0.001
庫内温度 <sup>3)</sup>	$^\circ\text{C}$	3	137.0 <sup>a</sup>	0.13	3	137.3 <sup>b</sup>	0.24	3	136.3 <sup>a</sup>	0.59	<0.001
食器表面温度 <sup>4)</sup>	$^\circ\text{C}$	3	113.7 <sup>a</sup>	0.18	3	112.7 <sup>b</sup>	1.61	2	111.4 <sup>c</sup>	0.11	<0.001
試料中心温度											
取り出し時中心温度	$^\circ\text{C}$	15	77.3	2.07	14	78.8	2.65	15	78.5	2.23	0.205
最高中心温度 <sup>5)</sup>	$^\circ\text{C}$	15	82.7	1.58	14	81.5	2.60	15	81.1	2.35	0.116
取り出し10分後温度 <sup>6)</sup>	$^\circ\text{C}$	15	81.4 <sup>a</sup>	1.42	14	78.8 <sup>b</sup>	1.59	15	77.0 <sup>b</sup>	2.60	<0.001
$75^\circ\text{C}$ 到達時間 <sup>7)</sup>	分	15	38.6 <sup>a</sup>	1.25	14	28.0 <sup>b</sup>	3.00	15	26.3 <sup>b</sup>	1.53	<0.001
取り出し後最高温度到達時間 <sup>8)</sup>	秒	15	366 <sup>a</sup>	63.00	14	234 <sup>b</sup>	94.20	15	186 <sup>b</sup>	88.8	<0.001
$75^\circ\text{C}$ 維持時間 <sup>9)</sup>	分	15	11.6	1.59	14	13.3	2.20	15	12.6	1.66	0.057

<sup>1)</sup> 湿度0%，50%，及び100%間の比較：一元配置の分散分析 その後Bonferroniの多重比較 (異なるアルファベット間に有意差あり ( $p < 0.05$ ))

<sup>2)</sup> 取り出し時間：5つのサンプルのうち最も中心温度が低い試料の  $75^\circ\text{C}$  到達時間

<sup>3)</sup> ホテルパン上段裏面から熱電対を3cm垂らして計測

<sup>4)</sup> ホテルパンの中央にある試料の食器表面温度

<sup>5)</sup> 加熱開始から計測終了までの試料の最高中心温度

<sup>6)</sup> 最も中心温度が低い試料が  $75^\circ\text{C}$  に到達後，SCOから取り出し，室温で10分間放置した際の中心温度

<sup>7)</sup> 加熱中に試料の中心温度が  $75^\circ\text{C}$  に到達した時間

<sup>8)</sup> 最も中心温度が低い試料が  $75^\circ\text{C}$  に到達後，SCOから取り出し，室温で10分間放置した際の最高温度の到達時間

<sup>9)</sup> 試料の中心温度が  $75^\circ\text{C}$  を超え，その後  $75^\circ\text{C}$  未満になるまでの維持時間

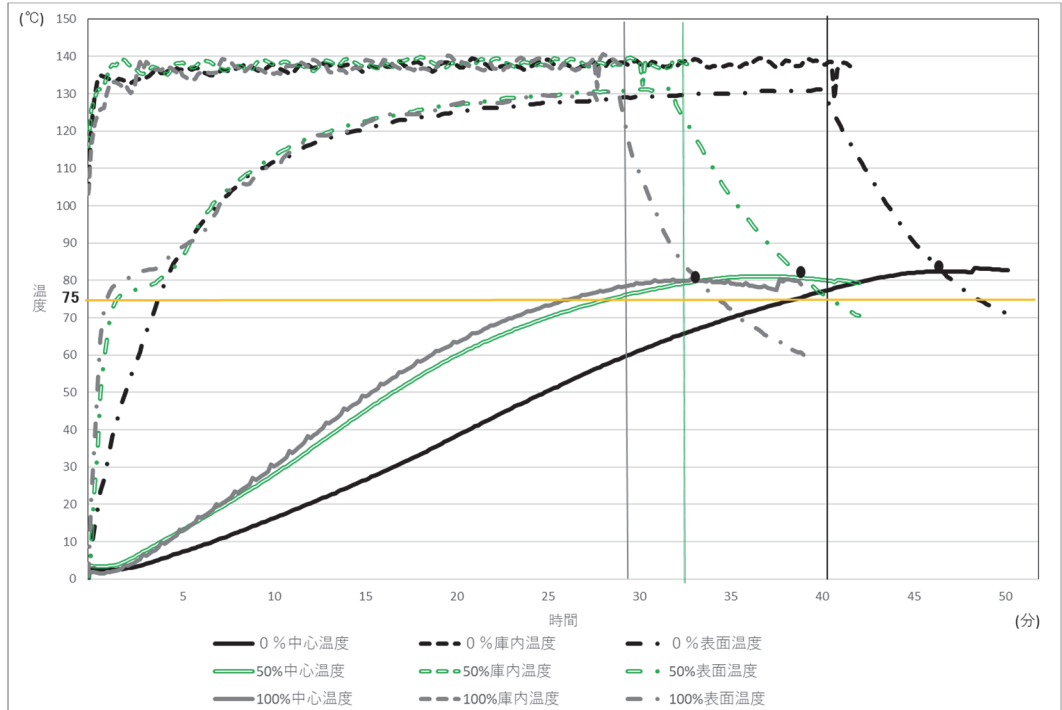


図 3. 実験 1：庫内温度・食器表面温度・試料中心温度

表 2. 実験 1：試料の品質とテクスチャー

湿度		0%			50%			100%			$p^{1)}$	
		n	mean	s.d.	n	mean	s.d.	n	mean	s.d.		
変 化 率	縦変化率 <sup>2)</sup>	%	15	3.1 <sup>a</sup>	2.02	15	4.3 <sup>ab</sup>	1.94	15	2.2 <sup>b</sup>	1.82	0.022
	横変化率	%	15	3.4	2.96	15	4.6	2.65	15	6.2	7.39	0.305
	厚さ変化率	%	15	-0.4	9.64	15	4.1	17.82	15	2.0	12.90	0.674
	重量変化率	%	15	3.5 <sup>a</sup>	1.06	15	1.3 <sup>b</sup>	1.06	15	0.1 <sup>c</sup>	1.18	<0.001
	水分変化率	%	3	1.2	1.42	3	0.2	4.63	3	0.6	2.82	0.666
テ ク ス チ ャ ー	表面温度 <sup>3)</sup>	N	10	38.3	4.46	10	38.3	5.80	10	41.6	6.48	0.337
	最大荷重	N	10	6.46	1.71	10	7.45	1.45	10	6.98	1.48	0.375
	かたさ (応力)	$\times 10^3 \text{Pa}$	10	7.18	1.90	10	8.28	1.61	10	7.76	1.64	0.375
	もろさ (応力)	Pa	3	11.1	0.00	5	73.3	82.6	4	13.9	5.56	0.226
	凝集性		9	0.05 <sup>a</sup>	0.03	10	0.15 <sup>ab</sup>	0.10	10	0.17 <sup>b</sup>	0.14	0.029
	付着性	$\text{J/m}^3$	6	0.47	0.49	10	2.34	3.30	8	1.31	1.36	0.299
	付着力 (応力)	Pa	6	11.11	0.00	10	23.33	15.23	8	15.28	8.27	0.101

<sup>1)</sup> 湿度0%, 50%, 及び100%間の比較：一元配置の分散分析  
その後Bonferroniの多重比較 (異なるアルファベット間に有意差あり ( $p < 0.05$ ))

<sup>2)</sup> 変化率 (%) = (再加熱前の値 - 再加熱後の値) / 再加熱前の値  $\times 100$

<sup>3)</sup> かたさ測定をする直前に測定

間は早く ( $p < 0.001$ ), 取り出し後 10 分後中心温度は高値 ( $p = 0.001$ ) であった。

② 庫内温度, 食器表面温度, 試料中心温度の推移 (図 4)

庫内温度はいずれも加熱開始後 1.3~2.7 分で設定温度である 140°C 付近まで上昇し, その後も SCO のサーモスタット機能により一定温度を保った。風力 3 は風力 2 に比べて, 食器表面温度と試料中心温度

表3. 実験2：取り出し時間，庫内温度，食器表面温度，試料中心温度及び75°C到達・維持時間

風力	風力2 <sup>1)</sup>			風力3 <sup>2)</sup>			$\rho$ <sup>3)</sup>	
	n	mean	s.d.	n	mean	s.d.		
取り出し時間 <sup>4)</sup>	分	3	32.1	1.06	3	20.9	0.69	<0.001
庫内温度 <sup>5)</sup>	°C	3	137.5	0.44	3	138.1	0.21	<0.001
食器表面温度 <sup>6)</sup>	°C	3	112.2	2.01	3	114.4	0.77	0.002
試料中心温度								
取り出し時中心温度	°C	14	78.8	2.65	15	79.0	2.73	0.831
最高中心温度 <sup>7)</sup>	°C	14	81.5	2.60	15	83.6	2.19	0.022
取り出し10分後温度 <sup>8)</sup>	°C	14	78.8	1.59	15	80.5	0.85	0.001
75°C到達時間 <sup>9)</sup>	分	14	28.0	3.00	15	19.4	2.03	<0.001
取り出し後最高温度到達時間 <sup>10)</sup>	秒	14	234	94.20	15	240	55.80	0.791
75°C維持時間 <sup>11)</sup>	分	14	13.3	2.20	15	12.2	1.90	0.170

1), 2) 風力5段階中

3) 独立した t 検定

4) 取り出し時間：5つの試料のうち最も中心温度が低い試料の75°C到達時間

5) ホテルパン上段裏面から熱電対を3cm垂らして計測

6) ホテルパンの中央に配置した食器表面温度

7) 加熱開始から計測終了までの試料の最高中心温度

8) 最も中心温度が低い試料が75°Cに到達後，SCOから取り出し，室温で10分間放置した際の中心温度

9) 加熱中に試料の中心温度が75°Cに到達した時間

10) 最も中心温度が低い試料が75°Cに到達後，SCOから取り出し，室温で10分間放置した際の最高温度の到達時間

11) 試料の中心温度が75°Cを超え，その後75°C未満になるまでの維持時間

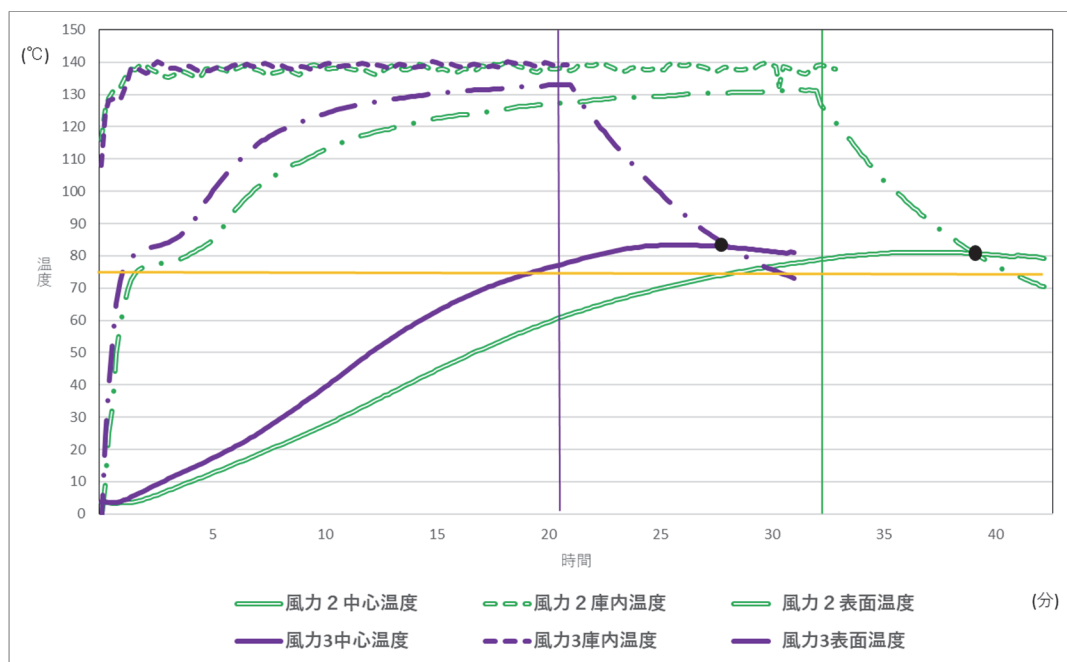


図4. 実験2：庫内温度・食器表面温度・試料中心温度の推移

表 4. 実験 2：試料の品質とテクスチャー

	風力	風力2 <sup>1)</sup>			風力3 <sup>2)</sup>			$\rho$ <sup>3)</sup>	
		n	mean	s.d.	n	mean	s.d.		
変 化 率	縦変化率 <sup>4)</sup>	%	15	4.3	1.94	15	3.9	2.39	0.666
	横変化率	%	15	4.6	2.65	15	6.2	3.86	0.188
	厚さ変化率	%	15	4.1	17.82	15	-6.8	24.55	0.175
	重量変化	%	15	1.3	1.06	15	2.2	2.51	0.222
	水分変化率	%	3	0.2	4.63	3	1.5	2.39	0.335
テ ク ス チ ャ ー	表面温度 <sup>5)</sup>	N	10	38.3	5.80	10	33.6	7.36	0.129
	最大荷重	N	10	7.45	1.45	10	7.42	1.36	0.957
	かたさ (応力)	$\times 10^3 \text{Pa}$	10	8.28	1.61	10	8.24	1.51	0.957
	もろさ (応力)	Pa	5	73.33	82.63	4	33.33	44.44	0.415
	凝集性		10	0.15	0.10	9	0.16	0.10	0.887
	付着性	$\text{J/m}^3$	10	2.34	3.30	7	1.61	1.65	0.601
	付着力 (応力)	Pa	10	23.33	15.23	7	23.81	14.95	0.95

1), 2) 風力5段階中

3) 風力2, 風力3の比較：独立した t 検定

4) 変化率 (%) = (再加熱前の値 - 再加熱後の値) / 再加熱前の値  $\times$  100

5) かたさ測定をする直前に測定

の上昇が速かった。いずれの風力においても試料の中心温度の上昇は下降する食器表面温度との交点付近まで続いた。

### ③ 試料の品質 (表 4)

水分と油分の食器内での流出は見られず、外観の差はなかった。さらに、サイズ、重量および水分変化率も差はなかった。

## 4. 考察

近年、作業の効率化と生産性の向上を図るため、新調理システムを導入している給食施設が増加している<sup>5)</sup>。その中でも、再加熱カートを用いたニュークックチルシステムは、食器に料理を盛り付けた状態で再加熱でき二次汚染のリスクを低減させることから、医療福祉施設において導入が進んでいる<sup>11)</sup>。しかしながら、再加熱カートはイニシャルコストが高いため小規模施設では再加熱を SCO で行う場合もある。よって、本研究では、SCO で食器を用いた再加熱を行う際に、機器の特性である熱風強制対流と湿度が試料の加熱時間、中心温度の上昇、および試料の品質にどのように関与しているかを検討した。

実験 1 では、再加熱時の湿度の違いによる試料中心温度の履歴と品質の検討を目的とし、一次加熱済

みの試料を SCO で再加熱を行い、最も中心温度が低い試料が 75℃ に到達した時点でホテルパンを取り出した。再加熱の共通条件は、コンビモード、温度 140℃、風力 2 (5 段階中) に設定し、湿度を 0%、50%、および 100% に設定して比較した。その結果、湿度が高いほど加熱時間は短く、食器表面温度と取り出し 10 分後の試料中心温度は低かった。これらは、SCO 庫内の水蒸気が凝縮することで、食器表面の水分が増え、食器に凝縮熱が加わることによる影響だと考える<sup>10)</sup>。さらに、いずれの取り出し後の湿度においても追加加熱による影響がみられ、試料中心温度の上昇は降下する食器表面温度と試料中心温度の交点付近まで続いた。また、試料の品質では、湿度が高いほど重量変化率が小さく、凝集性は高かった。これは短時間加熱となったことで試料への熱負荷が小さかったためだと考える。

実験 2 では、風力の違いによる試料中心温度の履歴と品質の検討を目的とした。方法は実験 1 と同様とし、再加熱の共通条件は、コンビモード、温度 140℃、湿度 50%、風力を 2 および 3 (5 段階中) に設定し比較した。その結果、風力が強いほど加熱時間は短く、庫内温度と食器表面温度、および取り出し 10 分後の試料中心温度は高かった。これらは強い風力により食器の熱伝導率が高くなったことが

影響していると推測する。また、いずれの風力においても取り出し後の追加加熱による影響がみられ、試料中心温度の上昇は降下する食器表面温度と試料中心温度の交点付近まで続いた。しかし、品質のすべての項目については、風力の違いによる差はなかった。

以上の結果から、食器を用いた再加熱において、食器表面温度の上昇が試料中心温度の上昇と加熱時間の短縮に関係することが明らかになった。さらに、試料中心温度を75℃かつ1分以上を維持するには、食器表面温度は110℃以上が必要であることが本研究で明らかになった。そのため、食器をホテルパンからトレーへ移す際には、安全に作業を行うよう配慮が求められる。また、両研究ともに、最も中心温度が低い試料が75℃に到達した時点でホテルパンを庫外に取り出しても食器の追加加熱の影響により中心温度は75℃以上を10分以上維持した。本実験で用いた温度基準は、一般生菌を死滅させる温度帯であり、大量調理施設衛生管理マニュアル<sup>12)</sup>では、食品中心部を75℃1分間以上加熱することが求められている。今回は、いずれの湿度と風力において中心温度75℃で取り出した試料は追加加熱の影響により一般生菌を死滅させる温度帯を維持することができたと考えられる。

今回の実験では、風力4および5において強い風力ではテープ式熱電対の装着が不安定となり、試料中心温度および食器表面温度の測定が困難であった。しかし、結果から風力を強くするのは加熱時間の短縮につながるということが明らかになった為、今後は再加熱時に計測器の装着方法を再検討し、さらに実験を継続する必要がある。また、本実験は官能評価を行わなかったため、人による評価を行い、ハンバーグ以外の試料も用いて、妥当な加熱条件を検討する必要がある。これらの限界点はあるものの、SCOを用いてニュークックチルシステムを行う場合、再加熱時間を短縮させる方法が示された。SCOは価格と性能の観点から多くの給食施設で活用されている加熱調理機器であることから、小規模の給食施設であれば、SCOを使用すればニュークックチルシステムの導入が可能であり、更なる作業時間の短縮が期待できる。これらのことから、ニュークックチルシステムにおいて、SCOを用い適切な湿度と風力を用いることは給食施設での作業改善に影響を与えたと考えられる。

## 5. 結論

SCOを用いた再加熱では、湿度を高くし風力を強くすることで、食器表面温度の上昇が早くなり、その結果、試料中心温度はより短時間で上昇した。さらに、再加熱食器に入れた試料の中心温度が75℃に到達した時点で庫外に取り出しても、食器からの追加加熱の影響により、大量調理施設衛生管理マニュアルが求める基準を満たした。また、加熱時間の短縮により試料の品質への影響が少なく、これらのことより再加熱において湿度と風力を強めることの有効性が示された。

## 参考文献

- 1) 内閣府：「令和4年版高齢社会白書（全体版）」第1章 高齢化の状況 <https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2022/html/zenbun/index.html> (2023年3月2日)
- 2) 渡邊健太郎：日大医学雑誌，78（4），215-221（2019）
- 3) 厚生労働省：「令和3年度開度報酬改定について」令和3年度介護報酬改定の主な事項について <https://www.mhlw.go.jp/content/12404000/00753776.pdf> (2023年3月2日)
- 4) 公益社団法人 日本栄養士会：「診療報酬について」 <https://www.dietitian.or.jp/data/medical-fee/> (2023.3.2)
- 5) 長谷川順子，高橋令子，西堀すき江：給食施設における新調理システム導入状況と利用状況に関する調査，東海学園大学研究紀要自然科学研究編 17，97-110（2012）
- 6) 高城孝助，三好恵子，松月弘恵：第3版 実践給食マネジメント論，第一出版株式会社，東京，108-109（2021）
- 7) 長尾慶子：第3版 調理を学ぶ，八千代出版株式会社，東京，145（2021）
- 8) 廣瀬喜久子：クックチルシステムの現状と将来，日本食生活学会誌，9（3），2-7，1998
- 9) 南雲咲希，大橋奈央，松月弘恵：スチームコンベクションオープン使用時のホテルパンの余熱が試料に与える影響，日本給食経営管理学会誌，17，101～110（2023）
- 10) 今野暁子，大出京子，佐藤玲子 他：クックチルシステムにおける再加熱条件に関する研究



- 一鶏肉の味噌漬け焼きについて一, 日本食生活学会誌, 23, 48-53 (2012)
- 11) 一般社団法人新調理システム推進協会: ニュークックチルシステム <https://new-cook.org/system/> (2023 年 3 月 2 日)
- 12) 厚生労働省: 「大量調理施設衛生管理マニュアル」 <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11130500-Shokuhinzenbu/0000168026.pdf> (2023 年 3 月 2 日)